

海河港口工人技术培训教材

蓄 电 池

上海港务局 编

人民交通出版社

海河港口工人技术培训教材

蓄 电 池

Xudianchi

上海港务局 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

为了适应工人技术培训的需要，交通部教育局组织上海、天津、青岛、湛江港务局和大连港装卸联合公司，编写了这套海河港口工人技术培训教材，共计十三种，供装卸机械司机、机械修理工、电工、充电工等学习使用。

本书是为具有初中文化程度的港口直流充电工而编写的培训教材，着重介绍为掌握港口各类型蓄电池的使用、维护与修理所必备的基础理论和基本技能。全书分四篇十七章。第一篇介绍化学基础知识，第二篇就铅酸蓄电池的结构、工作原理和类型，电解液及工作特性，充、放电方法以及维护修理等进行剖析。后两篇分别介绍碱性蓄电池和制取纯水的方法。书中收集了我国新型蓄电池的技术资料并作了介绍。

本书由上海港务局吴凤英编写，青岛港务局刘莉审阅。

海河港口工人技术培训教材

蓄 电 池

上海港务局 编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：9.625 插页：1 字数：211 千

1984年3月 第1版

1984年3月 第1版 第1次印刷

印数：0001—10,400册 定价：1.05 元

目 录

第一篇 化学基础知识	1
第一章 原子和分子	1
第一节 原子 原子量	1
第二节 分子 分子式 分子量	3
第三节 元素 元素符号 元素周期律和周期表	7
第二章 分子的形成	11
第一节 分子的形成和化学键	11
第二节 元素的化合价	18
第三章 溶液	20
第一节 物质的溶解过程	20
第二节 物质的溶解度	22
第三节 溶液的浓度	24
第四章 电解质溶液	28
第一节 电离度与电离常数	29
第二节 离子反应方程式	32
第三节 盐类的水解	33
第五章 几种蓄电池常用的化学物质	36
第一节 氢氧化钠	36
第二节 硫酸	38
第三节 铅和铅的氧化物	40
第四节 铁、镍、镉金属元素	41

第六章 电化学知识	43
第一节 氧化—还原反应	43
第二节 原电池原理	44
第三节 电极电位与电动势	45
第二篇 铅酸蓄电池	52
第七章 铅酸蓄电池的结构	52
第一节 固定型铅酸蓄电池的总体结构	52
第二节 移动型铅酸蓄电池的总体结构	55
第三节 极板与极群	63
第四节 容器	74
第五节 隔离物	74
第六节 其他组件	77
第七节 我国生产的铅酸蓄电池的型号及其含义	79
第八章 铅酸蓄电池的工作原理	83
第一节 铅酸蓄电池的放电和充电原理	84
第二节 铅酸蓄电池的电势	90
第九章 铅酸蓄电池的电解液	94
第一节 电解液的性质	94
第二节 电解液密度的选择	101
第三节 电解液密度的测量	108
第四节 配制电解液的方法	109
第十章 铅酸蓄电池的工作特性	111
第一节 端电压与内电阻	111
第二节 端电压在充电放电过程中的变化	114
第三节 充电率和放电率对端电压的影响	119
第四节 铅酸蓄电池容量特性	122

第五节	铅酸蓄电池的自放电.....	128
第十一章	铅酸蓄电池充电和放电方法.....	136
第一节	铅酸蓄电池的充电.....	136
第二节	铅酸蓄电池常用的充电设备.....	147
第三节	铅酸蓄电池的放电.....	156
第十二章	铅酸蓄电池的维护.....	159
第一节	起动型铅酸蓄电池的运行维护.....	160
第二节	起动型铅酸蓄电池在汽车、柴油机、船舶 上的维护.....	175
第三节	固定型铅酸蓄电池的运行与维护.....	178
第十三章	铅酸蓄电池的故障与修理.....	185
第一节	极板硫化.....	186
第二节	电池内部短路.....	189
第三节	活性物质的过量脱落.....	191
第四节	极板拱曲和断裂.....	193
第五节	反极(极性颠倒).....	196
第六节	正极板栅的腐蚀.....	198
第七节	负极板的硬化.....	199
第八节	负极板的膨胀.....	200
第九节	蓄电池的外部故障及修理方法.....	200
第十节	蓄电池的修理.....	209
第十一节	起动型铅酸蓄电池的装配.....	221
第十四章	蓄电池室和蓄电池组的安装.....	229
第一节	蓄电池室及室内装置.....	229
第二节	蓄电池组的安装.....	232
第十五章	其他知识.....	235
第一节	杂质对铅酸蓄电池的危害作用.....	235

第二节	硫酸电解液的简易分析法	237
第三节	蒸馏水的简易检验方法	242
第四节	废极板和铅灰的处理	243
第五节	硫酸的简易提纯方法	244
第六节	铅质零件的浇铸	245
第七节	从事铅、酸工作的卫生常识	247
第三篇	碱性蓄电池	250
第十六章	碱性蓄电池的有关知识	250
第一节	碱性蓄电池的型号	250
第二节	铁镍蓄电池和镉镍蓄电池的工作原理	252
第三节	铁镍蓄电池的结构与组成	253
第四节	镉镍蓄电池的结构与组成	255
第五节	碱性蓄电池的电解液及其性质	257
第六节	碱性蓄电池的电气性能	267
第七节	碱性蓄电池的运行与维护	275
第八节	碱性蓄电池的故障处理	282
第四篇	纯水	284
第十七章	纯水制取	284
第一节	天然水中的杂质与水质指标	284
第二节	纯水的制取原理和方法	288
第三节	离子交换法制水	293
第四节	水质检查	297
附录 1	国际原子量表	302
附录 2	元素周期表	插页

第一篇 化学基础知识

人们在和自然作长期斗争的过程中，逐步深入地认识了自然的现象和自然的性质，逐步掌握了自然规律，从而创立和发展了自然科学。自然科学就是研究物质、物质的运动规律及其相互关系的科学。

化学是自然科学里的一门科学，化学研究的是物质的组成、结构、性质及其变化的规律。

下面介绍化学这门科学的基础知识。

第一章 原子和分子

第一节 原子 原子量

1. 原子

人们在长期的生产与科学实验的实践中，发现物质在化学反应中存在一种不能再分的微粒，科学上就把这种用化学方法不能再分的微粒叫原子。

原子是非常小的，它的直径数量级为 10^{-8} 厘米。打个比方，我们如果把一亿个原子排成一行，它的总长度也只要一厘米左右。

原子是不是最小的微粒，它能不能再分呢？

现代科学实验已经证明，原子也是具有复杂结构的微粒，还可以再分。原子的结构是这样的，中心有一个带正电荷的原子核，核外有许多电子围绕核高速旋转，原子核带正

电，电子带负电，由于原子核所带的电量和核外电子的电量相等，但电性相反，所以整个原子不显电性。

不同类的原子，它们的原子核所带的电荷数彼此不同。如氢原子，原子核带1个单位正电荷，核外有1个电子，即1个单位负电荷；氧原子，原子核带8个单位正电荷，核外有8个电子，即8个单位负电荷等等。

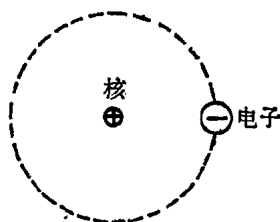


图1-1 原子结构示意图

原子核还可以再分，原子弹的爆炸就是利用了原子核裂变时所放出的巨大能量。现代科学实验证明，原子核是由质子和中子两种微粒构成的，每个质子带一个单位的正电荷，中子不带电。可见原子核所带的正电荷数（即核电荷数），就是核内质子的数目。上面对原子核的认识还是初步的，今后人类对原子结构的认识，将随着科学的发展而不断深化。

2. 原子量

原子虽然很小，但有一定的质量，原子的质量是原子的一种重要性质。原子的质量各不相同，一个氧原子的质量是0.000 000 000 000 000 000 000 026 57 克，即 2.657×10^{-28} 克。一个碳原子的质量是0.000 000 000 000 000 000 000 019 93克，即 1.993×10^{-28} 克。

这样小的数字，书写、记忆和使用都很不方便，就象用吨来表示一粒稻谷的质量一样。因此，在科学上一般不直接用原子的实际质量，而是采用不同原子的相对质量。国际上是以一种碳原子^①的质量的 $\frac{1}{12}$ 作为标准，其它原子的质量

^① 这种碳原子指的是原子核内有6个质子和6个中子的一种碳原子。此外还有质子数相同而中子数不同的碳原子。

跟它相比较所得的数值，就是该种原子的原子量。例如，采用这个标准，测得最轻的氢原子量约等于1，氧原子量约等于16，铁原子量约等于56等等。由此可见，原子量只是一个比值，它是没有单位的。我们采用原子量来计算、书写和记忆就很方便了。一般化学计算是采用原子量的近似值（见表1-1）。国际原子量表见书末附录1。

一些常见元素的名称、符号、原子量(近似值) 表1-1

元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量
氢	H	1	碘	I	127	锌	Zn	65
氮	N	14	钠	Na	23	银	Ag	108
氧	O	16	镁	Mg	24	锡	Sn	119
氯	Cl	35.5	铝	Al	27	锑	Sb	122
溴	Br	80	钾	K	39	钡	Ba	137
碳	C	12	钙	Ca	40	钨	W	184
硅	Si	28	锰	Mn	55	金	Au	197
磷	P	31	铁	Fe	56	汞	Hg	201
硫	S	32	铜	Cu	63.5	铅	Pb	207

第二节 分子 分子式 分子量

1. 分子

人们在长期的生产实践和日常生活中，经常会遇到这样一些现象，例如：湿的衣服晒一定时间就干了；食糖放进水中很快就不见了，而水却有了甜味；蓄电池在充电过程中，从远处就能闻到刺激性的气味等等。这些现象都跟物质的结构有着密切的关系。

人们经过了长期的科学实验和分析，证明物质都是由许许多多肉眼看不见的微粒构成的。构成物质的微粒有许多种，

分子是构成物质的一种微粒。例如水就是由大量的水分子聚集而成的。水分子很小，一滴水里大约就有十五万亿亿个水分子，人们必须用放大几万到几十万倍的显微镜才能看到。

分子并不是静止地存在，而是不断地运动着的。人们能闻到远处刺激性气味，湿衣服晒一定时间就干了，正是由于刺激性气体分子、水分子不断运动而扩散到空气里的缘故。

分子与分子间有一定的间隔，一般物体有热胀冷缩的现象，就是由于物质分子间的间隔受热增大，遇冷减小的结果。这种间隔如果很大，物质就呈气态，如果间隔较小，物质就呈液态或固态。一般物质在不同的条件下有三态的变化，主要是由于它们的分子间的间隔大小发生了变化的缘故。不论是组成气态、液态或固态的物质，其分子与分子之间都存在一定的作用力。

当物质发生物理变化时，它的分子本身没有变，所以物质仍然是原来的物质。例如水变成水蒸气，只是分子间的间隔增大了，水分子本身没有变。而物质发生化学变化时，它的分子本身起了变化，变成别的分子，所以物质也变成别的物质了。例如硫在氧气里燃烧变成了二氧化硫气体，是由于硫分子跟氧分子反应变成了二氧化硫分子的缘故。新生成的分子，其化学性质和原来的分子不同。由此可见，分子是保持物质化学性质的一种微粒。同一种物质的分子化学性质相同，不同种物质的分子，化学性质不同。

2. 分子式

科学实验证明，各种物质分子都由一定的元素组成，为了便于认识和研究物质，化学上常用元素符号来表示物质分子的组成。例如氧分子、氢分子和水分子的组成，可以分别用 O_2 、 H_2 、 H_2O 来表示。

这种用元素符号来表示物质分子组成的式子叫做分子式。

各种物质的分子式，是通过实验的方法，测定了物质的组成，然后得出来的。一种物质只有一个分子式。下面来讨论分子式的写法。

1) 单质分子式的写法

单质是由同种元素组成的。写单质分子式时，首先写出它的元素符号，然后在元素符号的右下角写一个小数字以表示这种分子里所含原子的数目（原子数是1时不写）。

例如氢气、氧气的每一个分子里都含有二个原子，所以这些单质的分子式可写成 H_2 、 O_2 。如果每个分子只由单个原子组成，象氦气、氖气可用 He 、 Ne 来表示。

金属单质和固体非金属单质的结构比较复杂，习惯上就用元素符号来表示它们的分子式，例如铁用 Fe ，铅用 Pb 来表示。

2) 化合物分子式的写法

化合物是由不同种元素组成的。写化合物分子式时，必须知道这种化合物分子由哪几种元素组成的，以及一个分子里每种元素各有多少个原子，然后在每种元素符号的右下角写个小数字以标明一个分子里所含该元素的原子数。

由氧元素跟另一元素组成的化合物，在书写其分子式时，一般要把氧元素符号写在右方，另一种元素符号写在左方。例如一氧化碳 CO ，氧化铅 PbO 等。

由金属元素与非金属元素组成的化合物，在书写其分子式时，一般要把金属元素符号写在左方，非金属元素写在右方。例如硫化铁分子写成 FeS 。

分子式用来表示物质的一个分子。如果要表示物质的几

个分子，可以在分子式前面加上系数，标明该物质的分子数。例如表示两个氧分子写成 2O_2 ，表示3个水分子写成 $3\text{H}_2\text{O}$ 。

书写分子式时应该注意：元素符号右下角的数字和元素符号前面的数字在意义上是完全不同的。例如 O_2 表示一个氧分子由两个氧原子组成；而 2O 则表示两个氧原子； 3O_2 表示三个氧分子。

由两种元素组成的化合物的名称，一般是从右向左读作“某化某”。例如 CuCl_2 ，读作氯化铜， SCl_4 读作四氯化硫等等。

3. 分子量

分子量是指一个分子中各原子的原子量的总和，根据分子式可以算出物质的分子量。例如：

氧气的分子式是 O_2 ，那么氧气的分子量就是两个氧原子的原子量之和，即 O_2 的分子量 $= 16 \times 2 = 32$ 。

二氧化碳的分子式是 CO_2 ，那么二氧化碳的分子量就是两个氧原子的原子量和一个碳原子的原子量之和，即 CO_2 的分子量 $= 12 + 16 \times 2 = 44$ 。

根据分子式还可以计算组成物质的各元素的质量比。例如：

水的分子式是 H_2O ，那么组成水分子的氢元素和氧元素的质量比是 $1 \times 2 : 16 = 1 : 8$ 。

根据以上所述，分子式表示的意义可归纳如下：（表1-2）

表1-2

分子式的意义	以 H_2O 为例
1)表示物质的一个分子	一个水分子
2)表示组成物质的各种元素	水由氢和氧两种元素组成
3)表示物质的一个分子里各元素的原子个数	水的一个分子里含有两个氢原子和一个氧原子
4)表示物质分子的分子量	水的分子量 $= 1 \times 2 + 16 = 18$
5)表示组成物质的各元素的质量比	氢:氧 $= 1 \times 2 : 16 = 1 : 8$

第三节 元素 元素符号 元素周期律和周期表

1.元素

上面我们已经分析过,氧分子是由氧原子组成的,水分子是由氧原子和氢原子组成的,无论氧分子中的氧原子,还是水分子中的氧原子,核电荷数都是8,都有8个质子,在化学上我们把具有相同的核电荷数(即质子数)的同一类原子总称为元素。氧元素就是所有氧原子的总称,氢元素就是所有氢原子的总称。

在自然界里,物质的种类非常多,有几百万种以上,但是,构成这些物质的元素并不多。到目前为止,已经知道的元素有107种,其中包括十几种人造元素。

自然界里的物质,有的是由同种元素组成的。如氧气是由氧元素组成的,氢气是由氢元素组成的。这种由同种元素组成的物质叫做单质。有的单质由分子构成,如氧气、氢气等等。有的单质由原子构成,如铁、铅、锌等等。根据单质的不同性质,一般又可分为非金属和金属两大类。例如氧

气、氢气、硫等都是非金属单质；铁、铜、铅、锌等都是金属单质。

有些物质的组成比较复杂，例如氧化铁、硫酸铅是由两种不同的元素组成的，氢氧化钾是由氢、氧、钾等三种不同的元素组成的，象这种由不同种元素组成的物质叫做化合物。在各种化合物里，如果其中一种是氧元素，这种化合物叫做氧化物，如氧化铁、氧化铅等等都是氧化物。

自然界里的元素有两种存在的形态，一种是以单质的形态存在的，叫元素的游离态；一种是以化合物的形态存在的，叫做元素的化合态。例如氧气里的氧元素是游离态，而二氧化碳中的氧元素是化合态。

2. 元素符号

在化学上，规定采用不同的符号表示各种元素。例如用“O”表示氧元素，用“C”表示碳元素，用“Fe”表示铁元素等等。这种符号叫做元素符号。

国际上统一采用元素的拉丁文名称的第一个大写字母来表示该元素的元素符号。如果几种元素符号的第一个字母相同时，可再附加一个小写字母来区别。例如，Cu代表铜元素，Ca代表钙元素。书写时要注意：第二个字母须小写，以免混淆。例如，“Co”表示钴原子，如果写成CO便表示一氧化碳分子了。

一些常见的元素及其元素符号见表 1-1。

3. 元素周期律和周期表

如果我们把自然界里已发现的 107 种元素按照它们核电荷数由小而大地排列，这个排列的顺序叫做原子序数。显然，原子序数就是原子核电荷数，也是每个原子的核外的电子数。按原子核电荷数依次排列时，原子最外层电子个数总

是由一个递增到 8 个（氢、氦元素除外）。由此可见，随着元素的原子序数依次递增，它们的原子最外层电子数呈现周期性的变化，与此同时元素和它们化合物性质也显示规律性的变化，这个规律就叫元素的周期律。

根据元素的周期律可以制成元素的周期表。将目前已知的 107 种元素，按照它们的原子序数递增顺序依次排成一个长列，然后把这个长列分成若干部分，每一部分都从活泼的金属开始到惰性气体为止，这些部分称为一个周期。把各周期上下相叠，使不同周期内性质相似的各元素处于同一纵行，这样就制成了元素的周期表（见附录 2）。

元素周期律是 1869 年俄国化学家门捷列夫发现的。他根据当时已知的元素（仅 63 种）和大量的实验事实，经过分析和概括，得出：元素及由它所组成的单质化合物的性质，都随着元素原子量的递增而有周期性的变化。这里要指出，由于当时人们对原子的内部结构还没有充分认识和研究，所以门捷列夫只能从元素的原子量递增来研究元素性质的变化。今天人们对原子的内部结构已有了进一步的认识，因此可以更本质地从原子核内质子数的递增来说明元素的性质及其所以具有周期性变化的真正原因，这就是由于元素的原子随着核电荷数的递增，核外电子（主要指最外层上的电子）周期性地重复着同样的排列分布的缘故。

元素周期表是化学元素周期律的直观表现，它不仅反映了元素的自然分类，同时也是学习和研究科学的重要工具。下面简略地对此加以说明。

在元素周期表里，共有七个横列，每个列是一个周期，所以有七个周期。一、二、三周期元素数目较少，称为短周期。四、五、六周期元素数目多，称为长周期。第七周期还

未完成一个完整的周期，因此叫不完全周期。从纵的方面看，共有18个纵行，每个纵行叫做一族（除8、9、10三个纵行为一族外）。族分主族和副族，通常把短周期与长周期共同构成的族叫做主族，完全由长周期元素构成的族，叫做副族。最右边一族是惰性元素，它们在通常情况下不起化学变化，化合价是零，因此称为零族。

人们利用周期表，可以推断元素的性质，可以预言新的元素，还可以探索新材料。

思考题

1. 什么叫原子量？试从附录中的国际原子量表中，查出氢、氧、铁的原子量各为多少？

2. 试用分子的知识解释下列现象：

(1) 把湿衣服晾在太阳晒着的地方比晾在太阳晒不着的地方容易干。

(2) 把蔗糖放在水里，蔗糖就逐渐溶解而看不见了。

(3) 气体受压后，体积减小。

3. 下列符号各表示什么意义？

(1) H (2) 2H (3) H_2 (4) $2H_2$

4. 用分子式表示：

(1) 4个四氧化三铁分子，

(2) 3个二氧化碳分子。

5. 计算下列物质的分子量：

(1) 氯化钠 ($NaCl$)。

(2) 硫酸 (H_2SO_4)。

(3) 氯酸钾 ($KClO_3$)。

6. 从元素的概念来看，单质和化合物有什么区别？并举例说明。